

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

0857-15
J1000 U.S. PTO
09/997210
11/26/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-363695

出 願 人

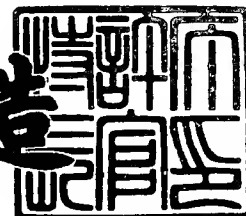
Applicant(s):

京セラ株式会社

2001年 6月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3056979

【書類名】 特許願

【整理番号】 22844

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01P 7/00

【発明者】

 【住所又は居所】 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研
 究所内

 【氏名】 内村 弘志

【特許出願人】

 【識別番号】 000006633

 【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

 【氏名又は名称】 京セラ株式会社

 【代表者】 西口 泰夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 005337

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】誘電体導波管共振器およびフィルタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】誘電体基板内に形成され、H 面が導体層からなり、E 面が信号波長の $1/2$ 未満の間隔で配置された導体ビア群からなる誘電体導波管の一部にカットオフ導波路を形成し、

該カットオフ導波路内に、前記誘電体導波管を形成する誘電体よりも高い誘電率を有する誘電体からなる誘電体ビアを形成してなることを特徴とする誘電体導波管共振器。

【請求項 2】前記導体ビア群からなる E 面内に、隣接する導体ビア同士を電氣的に接続する導体帯を形成したことを特徴とする請求項 1 の誘電体導波管共振器。

【請求項 3】複数の誘電体ビアからなることを特徴とする、請求項 1 または 2 の誘電体導波管共振器。

【請求項 4】複数の誘電体ビアの配置を変えて共振特性を調整したことを特徴とする、請求項 3 記載の誘電体導波管共振器。

【請求項 5】前記誘電体ビアが、前記カットオフ導波路の中心軸上、または複数の誘電体ビアが中心軸上に対して対照となる位置に配列されてなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか記載の誘電体導波管共振器。

【請求項 6】前記誘電体導波管を形成する誘電体が、低温焼成磁器であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか記載の誘電体導波管共振器。

【請求項 7】前記誘電体ビアの誘電率が、誘電体導波管における誘電体よりも 2 倍以上高いことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか記載の誘電体導波管共振器。

【請求項 8】請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか記載の誘電体導波管共振器を直列に複数配列してなることを特徴とするフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主にマイクロ波及びミリ波用として用いられ、特に誘電体多層基板内に内蔵可能な誘電体導波管共振器およびフィルタに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来技術】

図 8 に従来技術の導波管フィルタの例を示す。3 1 は導波管、3 2 は入力ポート、3 3 は出力ポート、3 5、3 6 及び 3 7 は共振器である。この導波管フィルタは、導波管の一部にくびれ部 3 4 を設け、その間に導波管共振器 3 5、3 6、3 7 を設けることにより 3 段のフィルタを形成したものである。各共振器 3 5、3 6、3 7 の特性および共振器の段数を調整することにより全体のフィルタとしての特性を制御する。

【 0 0 0 3 】

このような構造の導波管フィルタは、通常の導波管壁がすべて金属板からなる導波管では非常に作りにくい構造となっている。そこで、USP 5 3 8 2 9 3 1 では、この構造を誘電体シートを積層して形成した誘電体導波管内に設けることが提案されている。そこに挙げられた一つに、図 9 に示すように、誘電体基板内に、導体ビア 3 8 を信号波長の $1/2$ 未満の間隔で配置してこれを E 面とし、導体ビアの配列によって共振器 3 9 を形成して全体としてフィルタ構造を形成したものが示されている。この構造は従来の積層技術を応用して製造できる点で有利である。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の図 9 に示した誘電体導波管フィルタには以下の問題点がある。

まず、第 1 に、製造上、導体ビア径とそのピッチには制限がある。例えば、ビア径 $\phi 0.2 \text{ mm}$ の場合、ビアピッチは 0.5 mm 以上とすることが望まれる。これはビアピッチがあまり狭くなると、ビア間にクラックが入る恐れがあり信頼性が劣るためである。

【 0 0 0 5 】

第 2 に、導体ビア 3 8 は誘電体導波管の E 面を形成するものであるため、原理

的に、最大でも信号波長の $1/2$ 未満の間隔に設定しなければならない。そのために、図 9 (a) に示すように、利用する周波数が低いとき、すなわち信号波長が長いときは、共振器 39 のサイズが大きいため、ビアピッチを 0.5 mm 以上としても、十分な数のビアで共振器 39 および誘電体導波管を形成できるので問題はない。しかし、図 9 (b) に示すように、利用する周波数が高くなると、共振器 39 の長さが短くなるため、共振器 39 を囲む辺に配置できる導体ビア 38 は数個となってしまふ。場合によっては、上記のビアピッチの制限内では配置できない。また、このような導体ビア 38 による誘電体導波管は、ビアピッチによって等価導波管サイズが変化するので非常に設計しにくいものとなる。

【0006】

従って、本発明は、信号周波数の高低に係わらず、設計および製造が容易な共振器、またはフィルタを提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記課題に対して検討を重ねた結果、図 9 に示されるように、導体ビアにより周波数に整合したサイズで囲むことによって共振器を形成するのではなく、導体ビアを所定幅をもって 2 列に同一間隔で配置し、その 2 列に配列した導体ビア列の間に、誘電体基板の誘電率よりも高い誘電体を多数埋め込んだ誘電体ビア群を形成することにより共振器を形成し、これを連ねることにより、誘電体導波管フィルタを形成できることを見出し、本発明に至った。

【0008】

即ち、本発明の誘電体導波管共振器は、誘電体基板内に形成され、H 面が導体層からなり、E 面が信号波長の $1/2$ 未満の間隔で配置された導体ビア群からなる誘電体導波管の一部にカットオフ導波路を形成し、該カットオフ導波路内に、前記誘電体導波管を形成する誘電体よりも高い誘電率を有する誘電体からなる誘電体ビアを形成したを特徴とするものである。

【0009】

なお、上記の誘電体導波管共振器において、前記導体ビア群からなる E 面内に、隣接する導体ビア同士を電氣的に接続する導体帯を形成することによって、誘

電体導波管を数層で形成でき厚くすることができるので、損失を小さくすることができる。

【0010】

また、誘電体ビアは複数個設けることによって、共振周波数を調整することができ、それらの配置を変えることによって共振特性を調整することが可能となる。特に、誘電体ビアは、カットオフ導波路の中心軸上、および／または複数個の誘電体ビアを中心軸上に対して対照となる位置に配列すると、実効誘電率をより大きくする効果を有する。

【0011】

なお、前記誘電体導波管を形成する誘電体が、低温焼成磁器であり、導体ビアが銅、アルミニウム、銀などの低抵抗金属からなることによって、導体損などの発生を低減することができる。

【0012】

特に、前記誘電体ビアの誘電率は、誘電体導波管における誘電体よりも2倍以上高いことによって共振器としての性能を高めることができる。

【0013】

そして、上記の誘電体導波管共振器を直列に複数配列することによって、フィルタを形成することができる。

【0014】

本発明の誘電体導波管共振器およびフィルタによれば、一定の幅を持つカットオフ導波路内に誘電体導波管を形成する誘電体材料の誘電率よりも高い誘電率の誘電体ビアを形成することによって共振器を形成することができるので、信号周波数が高い場合でも、共振器を形成する誘電体導波管の幅を一定のままで形成でき、また誘電体導波管の側壁を形成する導体ビアは一定のピッチで形成することができ、設計が容易であり、製造も容易である。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、図1乃至図3をもとに説明する。

図1は、本発明における誘電体導波管の詳細な構造を説明するための斜視図で

あり、図 2、図 3 は、本発明の誘電体導波管共振器およびフィルタの一実施形態を示す概略斜視図である。なお、図面では、いずれも誘電体を除いた透過図で示し、図 2 では、導波管の E 面における導体ビアは、疑似導体壁を形成しているものとして省略した。図中、1 は誘電体導波管、2 は入力ポート、3 は出力ポート、4 は共振器である。

【0016】

本発明における誘電体導波管 1 は、図 1 に示すように、所定の誘電体の上下に一对の導体層 1 a、1 b が所定の間隔 t にて平行に配置されて H 面を形成しており、その導体層 1 a、1 b を電氣的に接続するように、導体層 1 a、1 b に対して垂直に E 面、即ち側壁を形成すべく、所定の間隔 x で導体ビア 1 c が幅 z で 2 列に配設されている。この導体ビア 1 c 同士の間隔 x は、信号波長の $1/2$ 未満の間隔に設定される。また、導波管の幅 w_1 は、通常、信号波長の 0.65 倍～ 0.95 倍に設定される。また、導体層 1 a、1 b 間の間隔 t は、 $w_1/2$ に設定される。この導体ビア 1 c 同士の間隔 x は、信号の漏れを側壁からのものを防止する上で重要である。

【0017】

また、誘電体導波管 1 においては、導体ビア 1 c 群に対して、各列ごとに、隣接する導体ビア 1 c 同士を電氣的に接続する導体帯 1 d を導体層 1 a、1 b と平行に形成することによって、誘電体導波管 1 の側壁を導体ビア 1 c と導体帯 1 d による導体からなる格子によって形成できるために、この側壁（E 面）からの信号の漏れを防止することができる。

【0018】

一方、図 2 の誘電体導波管共振器 1 によれば、図 1 の誘電体導波管を基本構造とするものであり、誘電体導波管 1 の一方の端部に入力ポート 2 が、また他方の端部に出力ポート 3 が設けられている。そして、入力ポート 2 と出力ポート 3 との間には、導波管の幅 w_1 よりも狭い w_2 で形成された部分が形成されている。このように信号が伝送可能な導波管幅 w_1 よりも狭くする、具体的には、信号波長の $1/2$ 未満に設定すると、この部分で信号は伝搬できなくなる。このような部分をカットオフ導波路 d と言う。

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、このカットオフ導波路 d 領域内に、誘電体導波管 1 の上下に形成された導体層 1 a、1 b とを接続するように、誘電体を貫通してビアが形成されており、そのビア内に誘電体導波管における誘電体の誘電率 ϵ_r よりも高い誘電率 ϵ_d を有する誘電体を充填してなる誘電体ビア 5 が形成されている。また、図 2 の誘電体導波管共振器によれば、3 つの誘電体ビア 5 が導波管の中心軸に沿って中心間距離 a をもって一列に配置されている。このように、カットオフ導波路 d 内に、上記の誘電体ビア 5 を形成することによって、カットオフ導波路 d 内の一部の実効誘電率を高くすることによって、共振器 4 が形成される。

【 0 0 2 0 】

この誘電体ビア 5 は、1 個でも複数個でもよいが、一部の实効誘電率を高くする上では、複数個形成することが望ましい。また、複数の誘電体ビア 5 は、カットオフ導波路 d 内において、図 2 のように一列に配置することができる他、図 3 のように、2 列に配置してもよい。このように 2 列に配置すると、図 2 のような一列の場合に比較して、共振器の長さを短くすることができるというメリットがある。

【 0 0 2 1 】

また、共振器 4 の共振周波数は、誘電体ビア 5 内に充填される誘電体の誘電率 ϵ_d やその数、又は導波管の幅方向の位置によって調整することができる。特に充填される誘電体の誘電率 ϵ_d は、誘電体導波管における誘電体の誘電率 ϵ_r に対して、2 倍以上であることが望ましい。

【 0 0 2 2 】

また、誘電体ビア 5 の直径は、必要な共振特性を考慮して定められるが、加工の観点からは、誘電体導波管を形成する誘電体シートの厚みの 2 倍以下であることが望ましい。

【 0 0 2 3 】

さらに、図 4 は別の本発明の一実施形態を示す概略斜視図である。この図 4 の誘電体導波管共振器は、カットオフ導波路 d 内に、3 つの共振器 4 a、4 b、4 c を形成したものである。この場合、カットオフ導波路 d 内においては、各共振

器において、誘電体ビア 5 a、5 b、5 c がそれぞれ中心間距離 a_1 、 a_2 、 a_3 をもって配置されている。そして、共振器 4 a、4 b、4 c は、 e_1 、 e_2 の間隔で互いに離間して形成されている。

【0024】

かかる構造の共振器においては、共振器 4 a、4 b、4 c の共振器の特性、即ち、誘電体ビア 5 a、5 b、5 c の各配置やカットオフ導波路の長さ dL を調整することにより、中心周波数から外れた帯域で、減衰量を調整することができる。

【0025】

なお、共振器特性の調整は、各誘電体ビア 5 の比誘電率を調整することによっても調整できる。また、上記図 2、図 3、図 4 の 3 つの実施例の形態では、誘電体ビア 5 は導体層 1 a から導体層 1 b まで誘電体導波管を貫通したものになっているが、誘電体ビア 5 は必ずしも導体層 1 a と導体層 1 b 内の誘電体を貫通する必要はなく、例えば、誘電体導波管自体を多層の誘電体層の積層体によって形成する場合、導体層 1 a と導体層 1 b との間の特定の誘電体層にのみ誘電体ビアを形成することができる。

【0026】

またさらに、この誘電体導波管を形成する誘電体材料は、低温で焼成可能なセラミック材料であることが望ましい。これは、本発明に基づき、誘電体ビア 5 には誘電体導波管における誘電体材料とは異なる誘電体材料を埋め込む必要があるが、その場合、焼成時に誘電体材料と誘電体ビアの材料との反応を極力避けるためである。特に、 1050°C 以下の温度で焼成可能な材料を用いると、E 面を形成してなる導体ビア 1 c や導体帯 1 d を銅、銀、アルミニウムの群から選ばれる少なくとも 1 種の低抵抗金属とともに形成することができる。低温焼成可能なセラミック材料としては、例えば、ホウ珪酸系ガラス粉末、あるいはガラス粉末 10～90 体積%と、アルミナ、シリカ、ムライト、窒化アルミニウムの群から選ばれる少なくとも 1 種を 10～90 体積%の割合で配合し、 $800\sim1050^{\circ}\text{C}$ の温度で焼成することができる。

【0027】

このような本発明の誘電体導波管共振器は、例えば、複数のセラミックグリーンシートにそれぞれ導体層 1 a、1 b、導体ビア 1 c、導体帯 1 d を導体ペーストを印刷塗布する、あるいは金属箔などを用いてパターンニングする。それと同時に所定のビア内に誘電体ペーストを充填する。このようにして作成した各グリーンシートを位置合わせして積層一体化した後に所定の温度で焼成することによって作製することができる。

【 0 0 2 8 】

なお、フィルタは、所定の共振特性を有する誘電体導波管共振器を組み合わせることによって形成することができる。

【 0 0 2 9 】

【実施例】

実施例 1

図 2 の本発明の実施形態に基づく共振器を直列に接続してフィルタを作製してその共振器特性を図 5 に示した。このフィルタにおけるパラメータはつぎのようにした。基本の誘電体導波管は、比誘電率 $\epsilon_r = 4.9$ 、導波管幅 $W_1 = 1.6$ mm、導波管厚み $t = 0.48$ mm とし、共振器 4 は、カットオフ導波路の幅 $W_2 = 0.8$ mm、カットオフ導波路長さ $dL = 2.6$ mm、誘電体ビア内の誘電体の比誘電率 $\epsilon_d = 20.0$ 、誘電体ビア径 $b = \phi 0.2$ mm、誘電体ビアピッチ（中心間距離） $a = 0.5$ mm とした。また、誘電体ビア 5 はカットオフ導波路 d の中心軸上に一列に配置した。

【 0 0 3 0 】

この場合、図 5 に示す通り、共振周波数は 73.2 GHz、周波数帯域は 0.5 GHz の特性が得られており、このような構造が共振器として機能していることがわかる。

【 0 0 3 1 】

実施例 2

図 3 の本発明の実施形態に基づく共振器によってフィルタを作製してその共振器特性を図 6 に示した。図 6 のフィルタにおけるパラメータは次のようにした。基本の誘電体導波管は実施例 1 と同じに設定した。共振器 4 は、カットオフ導波

路幅 $W_2 = 0.8 \text{ mm}$ 、カットオフ導波路長さ $dL = 2.0 \text{ mm}$ 、誘電体ビアの比誘電率 $\epsilon_d = 20.0$ 、誘電体ビア径 $b = \phi 0.2 \text{ mm}$ 、誘電体ビアピッチ $a = 0.4 \text{ mm}$ とした。また、誘電体ビア群はカットオフ導波路の中央に配置した。

【0032】

この場合、共振周波数は 74.1 GHz 、周波数帯域は 0.9 GHz の特性が得られており、共振器として機能していることがわかる。実施例1による図5と比較してわかるように、誘電体ビアの配置やカットオフ導波路長さを調整することにより、共振特性を調整できることがわかる。

【0033】

実施例3

図4の本発明の実施形態に基づく共振器によってフィルタを作製してその共振器特性を図7に示した。図4のフィルタにおけるパラメータは次のようにした。基本の誘電体導波管は実施例1と同じ、共振器4は、カットオフ導波路幅 $W_2 = 0.8 \text{ mm}$ 、カットオフ導波路長さ $dL = 7.2 \text{ mm}$ 、誘電体ビア5a、5b、5cの比誘電率 $\epsilon_d = 20.0$ 、誘電体ビア径 $b = \phi 0.2 \text{ mm}$ 、誘電体ビアピッチ $(a_1, a_2, a_3) = 0.5 \text{ mm}$ 、誘電体ビア群の距離 $(e_1 = 1.57 \text{ mm}, e_2 = 1.57 \text{ mm})$ とした。また、共振器4a、4bおよび4cの誘電体ビア群はカットオフ導波路の中央に一直列に配置した。また共振器4の誘電体ビア群はカットオフ導波路の中央部から 0.03 mm ずらした位置に配置した。

【0034】

この場合、中心周波数は 73.3 GHz 、周波数帯域は 0.7 GHz の特性が得られており、中心周波数の両側 $\pm 1 \text{ GHz}$ では -20 dB 以下の減衰があるフィルタとして機能していることがわかる。

【0035】

【発明の効果】

以上詳述した通り、本発明の誘電体導波管共振器およびフィルタによれば、信号周波数の高低に係わらず、側壁が導体ビアまたは導体ビアと導体層から形成れる誘電体導波管を容易に形成することができるために、共振器やフィルタの設計

が容易となる。さらに、従来の多層基板の製造方法に従い、種々の多層基板内に容易に共振器やフィルタを内蔵させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明における誘電体導波管の構造を説明するための概略斜視図である。

【図 2】

本発明の誘電体導波管共振器の一実施形態を示す概略斜視図である。

【図 3】

本発明の誘電体導波管共振器の他の実施形態を示す概略斜視図である。

【図 4】

本発明の誘電体導波管共振器のさらに他の実施形態を示す概略斜視図である。

【図 5】

図 2 の共振器によって作製したフィルタの共振器特性を示す。

【図 6】

図 3 の共振器によって作製したフィルタの共振器特性を示す。

【図 7】

図 4 の共振器によって作製したフィルタの共振器特性を示す。

【図 8】

従来の導波管フィルタの構造を説明するための概略斜視図である。

【図 9】

従来の誘電体導波管によるフィルタの構造を説明するための概略平面図である。

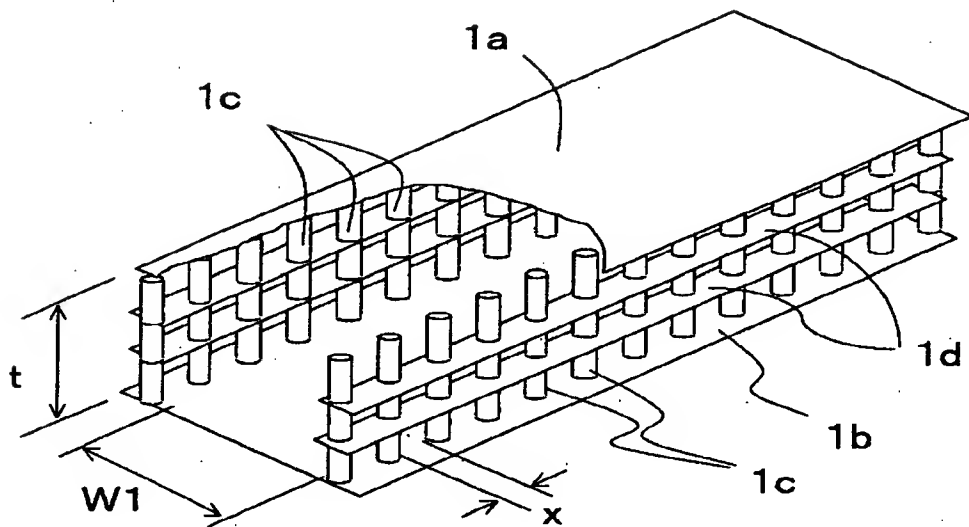
【符号の説明】

- 1 誘電体導波管
- 1 a、1 b 導体層
- 1 c 導体ビア
- 1 d 導体帯
- 2 入力ポート
- 3 出力ポート

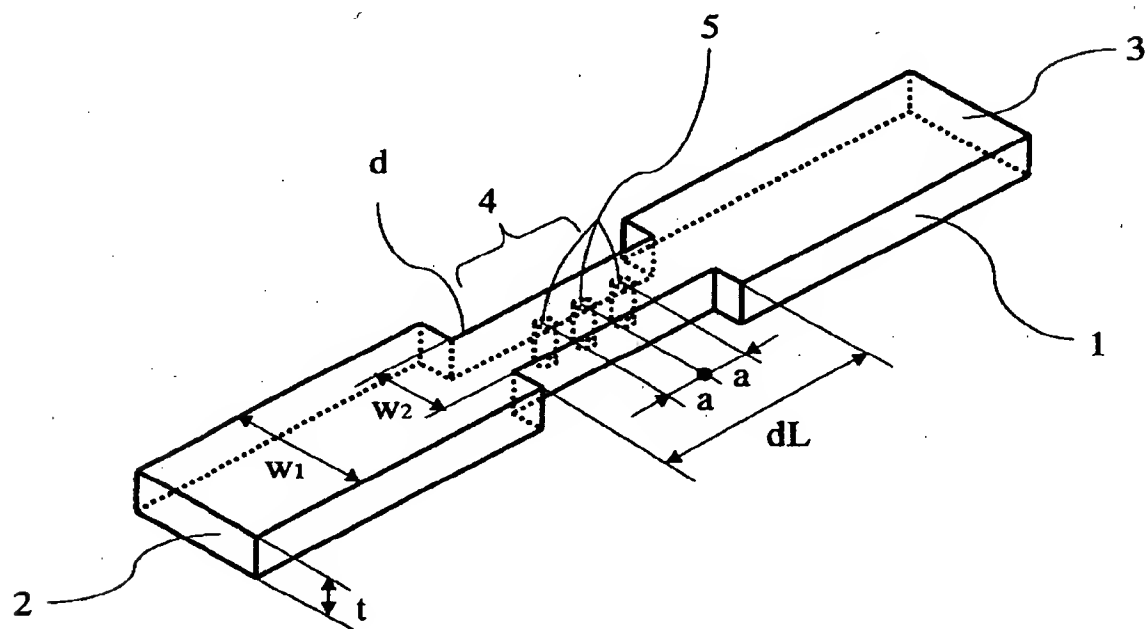
- 4 共振器
- 5 誘電体ビア
- d カットオフ導体路

【書類名】 図面

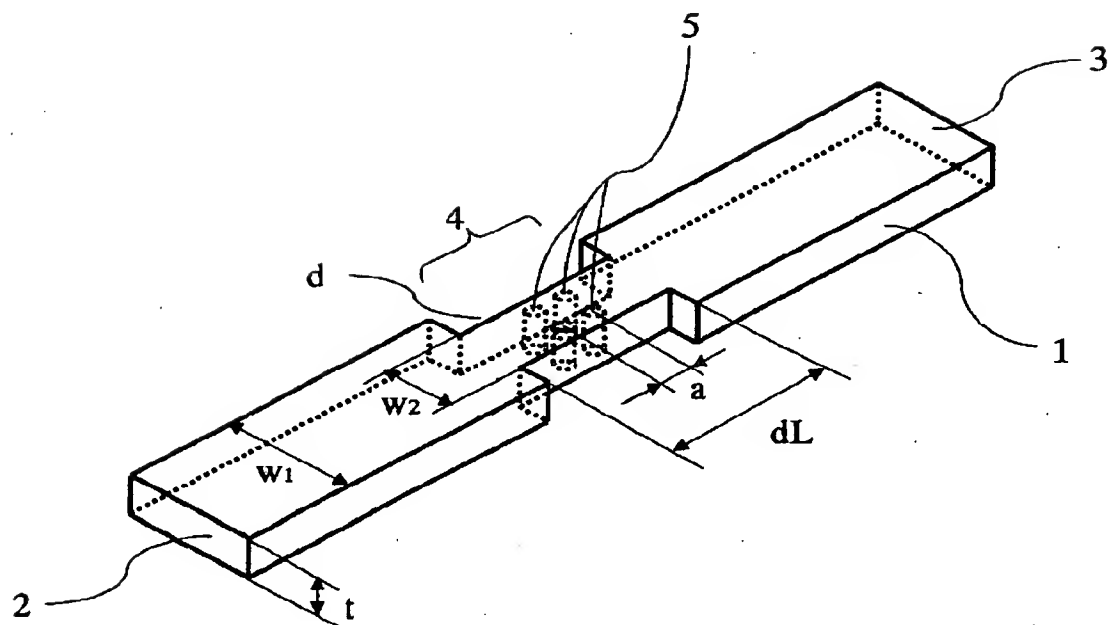
【図 1】



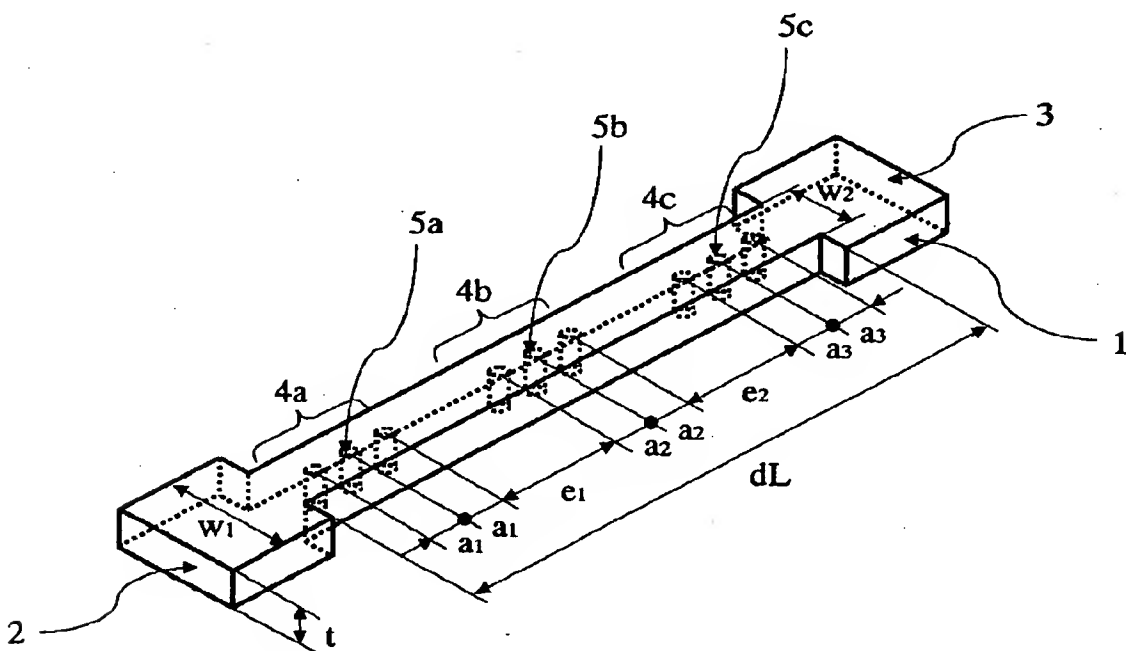
【図 2】



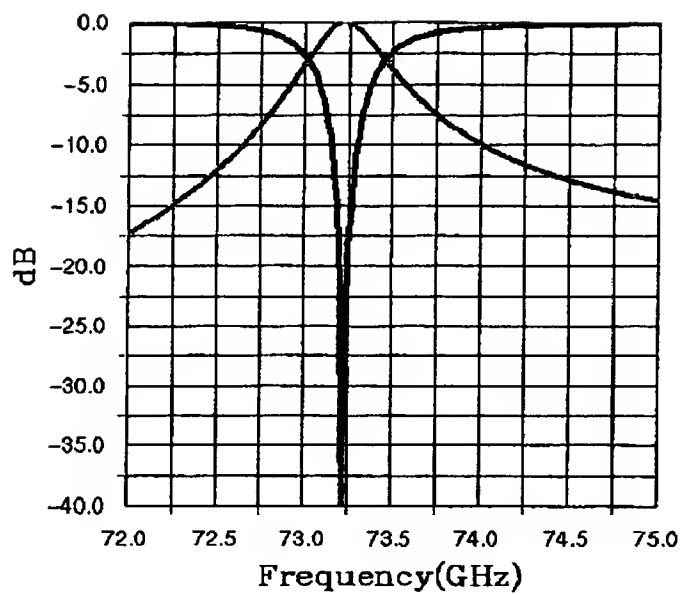
【図 3】



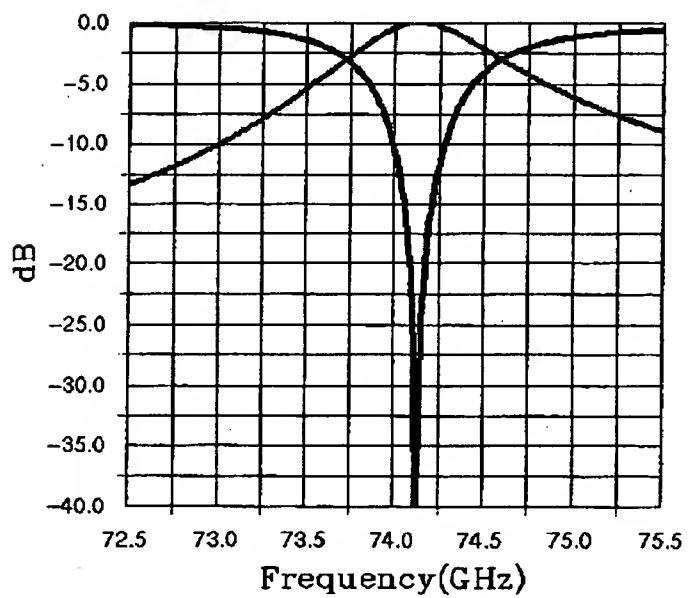
【図 4】



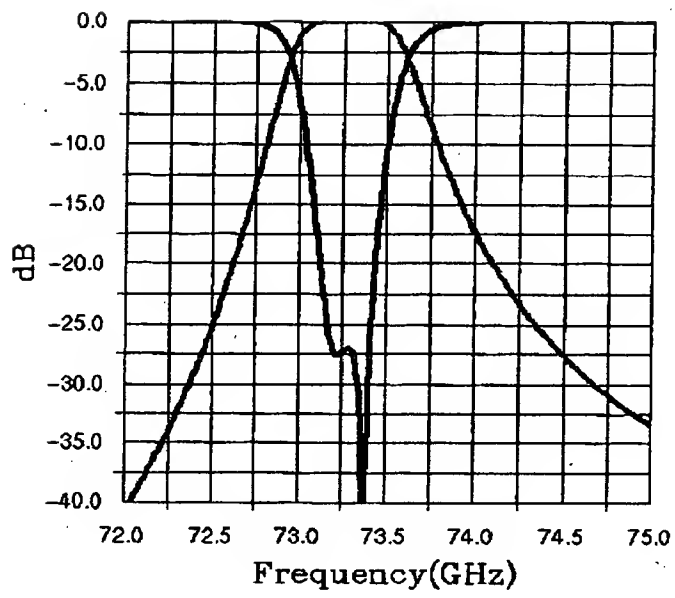
【図 5】



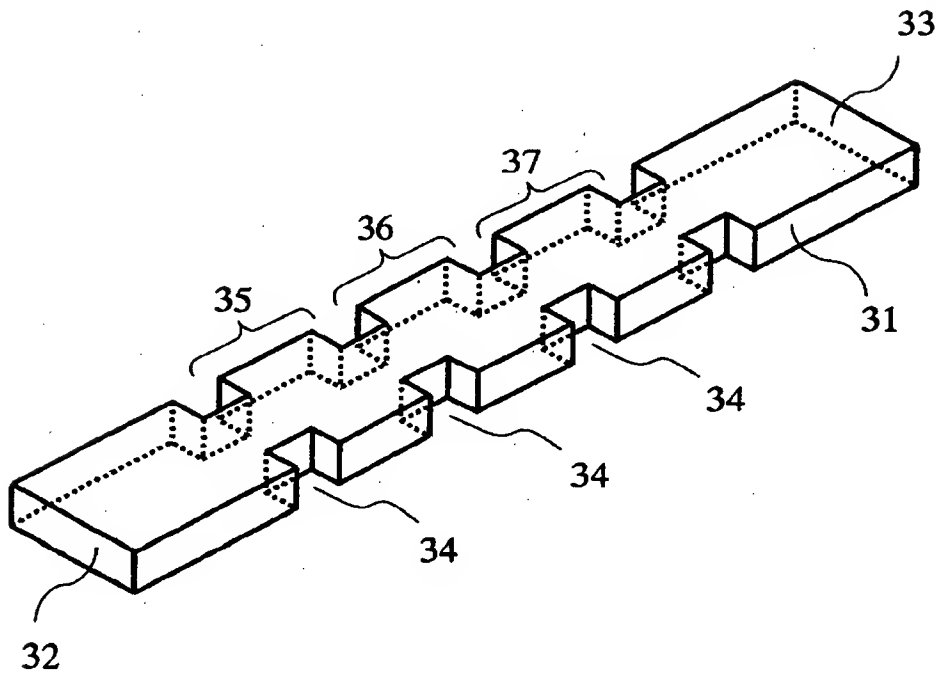
【図 6】



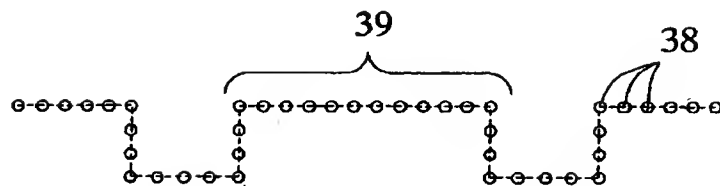
【図 7】



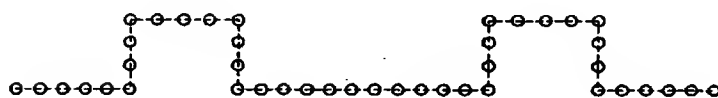
【図 8】



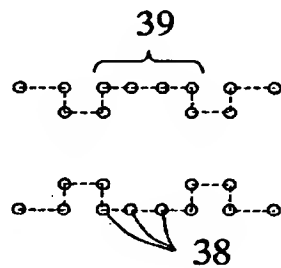
【図 9】



(a)



(b)



【書類名】要約書

【課題】信号の周波数によらず、設計および製造が容易な誘電体導波管共振器およびフィルタを提供する。

【解決手段】誘電体基板内に形成され、H面が導体層1 a、1 bからなり、E面が信号波長の1 / 2 未満の間隔で配置された導体ビア1 c 群、あるいは導体ビア1 c 群と導体帯1 d からなる誘電体導波管1 の一部にカットオフ導波路d を形成し、カットオフ導波路d 内に、誘電体導波管を形成する誘電体よりも高い誘電率を有する誘電体からなる誘電体ビア5 を複数形成する。

【選択図】図2

特2000-363695

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-363695	
受付番号	50001539537	
書類名	特許願	
担当官	第七担当上席	0096
作成日	平成12年11月30日	

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成12年11月29日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006633]

1. 変更年月日 1998年 8月21日

[変更理由] 住所変更

住 所 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
氏 名 京セラ株式会社